



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 195 05 417 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 02 M 3/28**  
H 02 M 1/12  
G 05 F 1/70

21 Aktenzeichen: 195 05 417.2  
22 Anmeldetag: 17. 2. 95  
43 Offenlegungstag: 29. 8. 96

DE 195 05 417 A 1

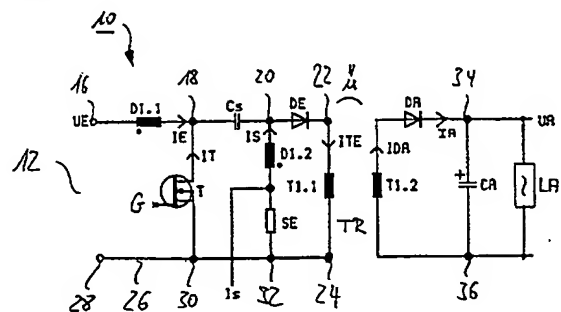
71 Anmelder:  
Kalfhaus, Reinhard, 63533 Mainhausen, DE  
  
74 Vertreter:  
Stoffregen, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
63450 Hanau

72 Erfinder:  
gleich Anmelder  
  
56 Entgegenhaltungen:  
J. SEBASTIAN u.a., Using SEPIC Topology..., In: EPE  
Journal, Vol.3, No.2, Juni 1993, S.107-115;  
WEN-JIAN, Gu u.a., Topologies and Charac-  
teristics..., In: Electronics and Comm. in Japan,  
Part 1, Vol.75, No.1, 1992, S.82-96;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Schaltnetzteil, insbesondere PFC-bewerteter Tief-/Hochsetzsteller

57 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Schaltnetz-  
teil (10), insbesondere Tief-/Hochsetzsteller mit PFC-Bewer-  
tung, zur Umwandlung einer an einem Eingangskreis (12)  
anliegenden Eingangsspannung UE in eine an einem mit  
einer Last CA, LA belasteten Ausgangskreis anliegende  
geregelte Ausgangsspannung UA. Zur Verbesserung der  
Netzeigenschaften werden einerseits einem Spannungsreg-  
ler ein Rechenglied zur PFC-Bewertung nachgeschaltet und  
andererseits eine im Eingangskreis gemessene, dem Aus-  
gangsstrom IA proportionale Gleichgröße als Istwert einem  
unterlagerten Stromregler zugeführt.



DE 195 05 417 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Schaltnetzteil, insbesondere PFC-bewerteter Tief-/Hochsetzteller, zur Umwandlung einer an einem Eingangskreis anliegenden doppelweggleichgerichteten Wechselspannung UE in eine mit einer Last CA, LA belasteten Ausgangskreis anliegende geregelte Ausgangsspannung UA.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Schaltungsvarianten bekannt, die Einrichtungen zur Leistungsfaktorverbesserung aufweisen. Ziel dabei ist es, einen Strom am Eingang des Netzgerätes der Eingangsspannung nachzuempfinden, wobei der Strom mit der Spannung in Phase liegen soll. Die doppelweggleichgerichtete Spannung an einem 50 oder 60 Hz-Netz schwankt zwischen 0 Volt und einem Scheitelwert, so daß auch der Strom zwischen 0 A und einem Scheitelwert der Sinus-Form entsprechend nachgeführt werden soll.

Zum einen wird eine Hochsetzteller-Topologie mit nachgeschaltetem Durchflußwandler oder einer anderen Wandlertopologie mit Potentialtrennung eingesetzt. Dabei tritt der Nachteil auf, daß in zwei Stufen "geschoppert" wird und eine Hintereinanderschaltung zweier Schaltnetzteile sowohl kostenaufwendig als auch energetisch ungünstiger ist, da die Wirkungsgrade beider Netzteile multipliziert werden.

Andererseits ist aus dem Stand der Technik eine weitere Topologie unter dem Namen "SEPIC" bekannt, die von 0 Volt (Flußspannung) bis zu einer bestimmten Spannung hochtransformieren kann. In der vorhergenannten Schaltungstopologie versucht man, den Hochsetzteller durch die "SEPIC"-Topologie zu ersetzen. Jedoch bleibt der Nachteil des zweistufigen Konzeptes erhalten. Ein weiterer Nachteil der Booster-Topologien ist auch ein kurzschlußbildender Zwischenkreiskondensator sowie die fehlende Kurzschlußfestigkeit der Schaltungskonfiguration.

Auch ist eine Hochsetzteller-Topologie bekannt, bei der eine DC-Zwischenkreisspannung aus der sinusförmigen Netzspannung über einen Spannungsregelverstärker erzeugt wird, dessen verstärkte Spannungsfehler differenz mit der Form der Eingangsspannung multipliziert wird. Diese Größe dient anschließend als Stromsollwert.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein einstufiges Schaltnetzteil zur Verfügung zu stellen, das kurzschlußfest ist und einen einfachen Aufbau hat. Auch sollen die Netzeigenschaften durch Leistungsfaktorverbesserung verbessert werden. Des weiteren ist eine Potentialtrennung zwischen Eingangskreis und Ausgangskreis vorgesehen.

Das Problem der vorliegenden Erfindung wird unter anderem dadurch gelöst, daß in dem Eingangskreis eine erste Drosselspule vorgesehen ist, die über eine Verbindungsstelle in Serie mit einem Kondensator verbunden ist, der über eine weitere Verbindungsstelle über eine Diode mit einer Last verbunden ist und daß die Last über eine Rückleitung mit dem Eingang des Netzteils verbunden ist, wobei zwischen der ersten Verbindungsstelle und der Rückleitung ein Leistungstransistor und zwischen der zweiten Verbindungsstelle und der Rückleitung eine zweite, mit der ersten Drosselspule magnetisch gekoppelte Drosselspule verschaltet ist und daß das Schaltnetzteil einen Regelkreis bestehend aus Spannungsregler, Rechenglied und Stromregler aufweist, wobei das Rechenglied dem Spannungsregler zur PFC-Bewertung nachgeschaltet ist, so daß eine Ausgangsgrö-

ße des Rechengliedes als Stromsollwert für den nachgeschalteten Stromregler zur Verfügung steht und daß dem Stromregler eine einem in der zweiten Drosselspule gemessenen Strom proportionale Gleichgröße als Sollwert zuführbar ist und ein Ausgang des Stromreglers zur Regelung einer Ausschaltzeit T-Off mit einem Steuerglied verbunden ist, dessen T-On-Zeit umgekehrt proportional der Spannung UE ist und dessen Ausgang mit einem Steuereingang des Leistungstransistors verbunden ist.

Vorzugsweise ist das Rechenglied derart ausgebildet, daß dieses einen Eingang für die gleichgerichtete Eingangsspannung UE und einen weiteren Eingang für den Spitzenwert der Eingangsspannung als Gleichrichtwert UES aufweist, wobei an dem Ausgang ein Signal  $D = A \times B/C$  mit  $B/C = UE/UES = \text{konstant}$  ansteht.

Das Konzept zeichnet sich dadurch aus, daß im Eingangskreis der Schaltung eine zum Strom 15 proportionale Gleichgröße gemessen werden kann und im Ausgangskreis der Schaltung ein Spannungsregelkreis liegt, der die Ausgangsspannung regelt und mittels einer Übertragungsstrecke die verstärkte Fehlerdifferenz auf den Eingangskreis, d. h. den Eingang des Rechenglieds, zurückgemeldet wird. Dadurch wird ermöglicht, daß ein Konzept — wie SEPIC — ohne Potentialtrennung als Tief-/Hochsetzteller benutzt werden kann.

Durch den zwischen Eingang und Ausgang liegenden Kondensator CS kann die vorliegende Schaltung aufschaltstrombegrenzend gemacht werden, wodurch ein Durchgriff auf einen dann zu transformierenden Eingangskondensator auf den Ausgang nicht stattfindet bzw. kurzschlußstromgeregelt dieser Kondensator aufgeladen wird.

Dadurch, daß dem Spannungsregler ein Rechenglied nachgeschaltet wird, wird der Regelkreis zu einem Powerfaktor korrigiertem (PFC)-Regelkreis.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Last über einen Transformator mit dem Eingangskreis verbunden ist, wobei die Last über eine Diode mit einer Sekundärwicklung des Transformators verbunden ist und die Primärwicklung T1.1 zwischen Eingangsdioden und Rückleitung liegt.

In diesem Fall wird die Sinusspannung auf einen fiktiven Zwischenkreis transformiert, der unter oder über der Eingangsspannung liegt. Dieser fiktive Zwischenkreis wird über den Transformator mit einer Übersetzung  $\bar{U}$  transformiert. Als weiterer Vorteil ist zu nennen, daß beim Einschalten des Netzteils auf einen sehr geringen Kondensator nämlich den Schwebekondensator CS aufgeschaltet wird. Durch den Transformator wird der ursprüngliche Zwischenkreiskondensator der zweistufigen Topologie nunmehr in den Ausgang transformiert, wird aber weiterhin mit 100 Hertz beaufschlagt. Um geringe Welligkeiten zu erhalten, muß dieser in der Kapazität groß sein, wird aber — da nun in den Niedervoltbereich verlegt — in dem CU-Produkt beherrschbarer sein, als im Hochvoltkreis, zumal hier auch Kondensatoren wesentlich besserer Güte über den Temperatur- und Strombereich erhältlich sind.

Um eine Potentialtrennung auch im Regelkreis vorzusehen, wird der Spannungsregler über ein potentialtrennendes Übertragungselement wie OPTO-Koppler mit dem Rechenglied verbunden.

Die Messung der dem Strom IS in der Drosselwicklung D1.2 äquivalenten Gleichgröße erfolgt vorteilhaft mittels eines Shunts, der in Reihe mit der Drosselwicklung D1.2 liegt.

Als weiterer Vorteil der Schaltungskonfiguration ist

das dem Spannungsverstärker nachgeschaltete Rechenglied zu erwähnen. Bei konstanter Leistung wird bei sinkender Eingangsspannung UE der Eingangsstrom IE steigen. Da aber der Strom IS über die Eingangsspannung UE konstant bleibt, darf sich die Ausgangsgröße D des Rechengliedes als Soll-Wert für den Strom IS, nicht verändern. Soll die Ausgangsgröße D jedoch konstant sein und die Eingangsgröße A mit der Eingangsspannung UE multipliziert werden, muß die Eingangsspannung UE durch den Spitzenwert der Eingangsspannung als Gleichspannungswert UES bzw.  $K \times UES$  dividiert werden. Damit wird der Quotient UE/UES konstant. Im Gegensatz zu dem bekannten Stand der Technik wird bei sinken der Eingangsspannung UE die Amplitude des Stroms am Eingang steigen und da beim Stand der Technik der Eingangsstrom IE direkt gemessen wird, muß die Größe D entsprechend steigen. Demnach wird beim Stand der Technik durch das Quadrat der Spannung UES dividiert.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, daß das Steuerglied zumindest zwei Stromquellen zum Laden und Entladen eines Kondensator sowie einen Komparator aufweist, dessen Eingang mit dem Kondensator zur Messung der Kondensatorspannung verbunden ist und dessen Ausgang einerseits mit dem Leistungstransistor und andererseits mit Schaltelementen wie Diodentoren verbunden ist, die in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal des Komparators den Lade- bzw. Entladevorgang zur Bestimmung der Einschalt- bzw. Ausschaltzeiten T-On und T-Off einleiten.

Auch ist vorgesehen, daß eine erste Stromquelle eingangsseitig über einen Widerstand R1 mit dem Stromregler und ausgangsseitig über ein Schaltelement mit dem Kondensator verbunden ist und daß eine zweite Stromquelle über einen Widerstand R2 mit der Eingangsspannung UE verbunden und ausgangsseitig über das Schaltelement S2 zur Aufladung mit dem Kondensator verbunden ist. Dadurch findet eine T-On-Steuerung und eine T-Off-Regelung statt. Dadurch wird prinzipiell über die Eingangsspannung verhindert, daß der Zwischenkreis bzw. die Ausgangsspannung dynamische Schwankungen mit der Eingangsspannung erfährt.

Bei dieser Schaltungskonfiguration wird bei konstanter Last die Ausschaltzeit T-Off konstant sein. Der Kondensator wird dann immer mit der gleichen Zeit entladen. Die Einschaltzeit T-On wird sich umgekehrt proportional der Eingangsspannung UE einstellen, d. h. je niedriger die Eingangsspannung ist, desto länger wird die Einschaltzeit T-On sein.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen — für sich und/oder in Kombination —, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines den Zeichnungen zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispiels.

Es zeigen

Fig. 1 das Prinzipschaltbild eines modifizierten Hoch-Tiefsetzstellers mit Potentialtrennung,

Fig. 2 eine Regelkreisanordnung mit Ansteuereinheit für die Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1 und

Fig. 3 eine Variante eines Rechengliedes für den Regelkreis gemäß Fig. 2.

Fig. 1 zeigt ein Schaltnetzteil (10) mit Eingangskreis (12) und Ausgangskreis (14), wobei zur Potentialtrennung zwischen Eingangskreis (12) und Ausgangskreis (14) ein Transformator TR mit einer Primärwicklung T1.1 und einer Sekundärwicklung T1.2 vorgesehen ist. Der Transformator weist das Übersetzungsverhältnis  $U$

auf.

Eine Eingangsklemme (16) ist über eine Drosselspule D1.1 mit einer ersten Verbindungsstelle (18) verbunden, von der aus ein Kondensator CS über eine zweite Verbindungsstelle (20) und eine Diode DE mit dem Eingang (22) der Primärwicklung T1.1 des Transformators TR verbunden ist.

Ein Ausgang (24) der Primärwicklung T1.1 ist über eine Verbindungsleitung (26) mit einer weiteren Eingangsklemme (28) des Eingangskreises (12) verbunden.

Ausgehend von der Verbindungsstelle (18) ist ein Leistungstransistor T mit der Verbindungsleitung (26) an einer Verbindungsstelle (30) verbunden. Ausgehend von der Verbindungsstelle (20) ist eine zweite Drosselspule D1.2, die mit der ersten Drosselspule D1.1 magnetisch gekoppelt ist, über ein Widerstandselement wie Shunt SE an einer Verbindungsstelle (32) mit der Verbindungsleitung (26) verbunden.

Der Ausgangskreis (14) besteht im wesentlichen aus der Sekundärwicklung T1.2 des Transformators TR, die einerseits über eine Diode DA an einer Verbindungsstelle (34) mit dem Glättungskondensator CA, in diesem Fall mit dem Plus-Pol eines Kondensators verbunden ist. Andererseits ist die Sekundärwicklung T1.2 mit dem Minus-Pol der Last verbunden. Parallel zu dem Glättungskondensator CA kann eine Last LA angeschlossen und die Ausgangsspannung UA abgegriffen werden.

Fig. 2 zeigt die schematische Darstellung einer Regelkreisanordnung (38) mit einer nachgeschalteten Steuereinheit (40) wie PWM-Schaltkreis. Der Regelkreis besteht aus einem Spannungsregler KU, einem nachgeschalteten Rechenglied RG, RG' sowie einem dem Rechenglied RG, RG' nachgeschalteten Stromregler KI. Eingangsseitig weist der Spannungsregler KU einen Vergleichler (42) auf, der die Differenz zwischen der Ausgangsspannung UA als Istgröße und einer Sollspannung U-Soll als Sollgröße sowie einer über ein Rückkoppelglied (44) rückgekoppeltes Ausgangssignal bildet. Dieses Differenzsignal wird einem Verstärker (46) zugeführt und verstärkt. Der Ausgang (48) des Spannungsreglers KU ist mit dem Eingang (50), (50') des Rechengliedes RG, RG' verbunden. Ein Ausgang (52), (52') des Rechengliedes RG, RG' ist mit einem Vergleichler (54) des Stromregelkreises KI verbunden. Die Ausgangsgröße des Rechengliedes RG, RG' dient als Stromsollwert für den folgenden Stromregelkreis KI. Der Vergleichler (54) vergleicht den Stromsollwert D des Rechengliedes RG, RG' mit einer an dem Shunt SE gemessenen und dem Ausgangsstrom IA proportionalen Gleichgröße  $I_s$  als Stromistwert und eine über ein Rückkoppelglied (56) anliegende Rückkoppelgröße miteinander. Der Vergleichswert wird einem Verstärker (58) zugeführt, wodurch ausgangsseitig an einem Ausgang (60) eine fehlerverstärkte Stromdifferenz E aus Stromistwert  $I_s$  (Gleichgröße) und Stromsollwert D zur Verfügung steht.

Der Ausgang (60) des Stromreglers KI ist über einen Widerstand R1 mit einer Stromquelle IQ1 wie Stromspiegel verbunden, die ausgangsseitig über ein Schaltelement S1 an einem Verbindungspunkt (62) einerseits mit einem Kondensator C1 und andererseits mit einem Eingang (64) einer Komparatorschaltung (66) verbunden ist. Der Kondensator C1 ist mit seinem noch freien Anschluß mit Masse (68) verbunden.

Des weiteren ist die Steuereinheit (40) über einen Widerstand R2 mit einer zweiten Stromquelle IQ2 verbunden, die aus den Stromspiegeln (70), (72) besteht, und ein Ausgang (74) der Stromquelle IQ2 über ein Schalt-

element S2 mit dem Kondensator C1 bzw. dem Eingang (64) der Komparatorschaltung (66) verbunden ist. Ein Ausgang (76) des Komparators (66) ist einerseits mit einem Steuereingang G des Leistungstransistors T und andererseits mit den Steuereingängen der Schaltelemente S1, S2 verbunden.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform des Rechenglieds RG', das einerseits mit einem Eingang (78) über einen Widerstand R4 mit der Eingangsspannung UE verbunden ist und andererseits mit einem Eingang (80) über einen Widerstand RS mit dem Spitzenwert der Eingangsspannung als Gleichspannungswert UES verbunden ist. Die Ausgangsgröße D wird dabei wie folgt bestimmt:

$$D = A \times B/C = A \times UE/UES$$

mit A = Fehlerverstärkte Spannungsdifferenz aus Istwert und Sollwert

B = UE = Doppelweggleichgerichtete Eingangsspannung

C = UES = Spitzenwert der Eingangsspannung als Gleichspannungswert bzw.  $k \times UES$

D =  $A \times B/C$  = Stromsollwert

Im folgenden soll die Funktion der Schaltung näher erläutert werden. An den Eingangsklemmen (16), (28) des Eingangskreises (12) liegt eine gleichgerichtete Eingangsspannung UE in Form von Sinushalbwellen an. Bei geschlossenem Transistor T wird durch die Eingangsspannung UE ein Strom IE durch die Drosselspule D1.1 und den Transistor T getrieben. Entsprechend des Übersetzungsverhältnisses des Transformators TR wird der Primärstrom ITE auf den Ausgangsstrom IDA = IA transformiert.

Im eingeschwungenen Zustand wird der Strom IS durch die Drosselspule D1.2 dem Ausgangsstrom IA gleich sein bzw. proportional sein. Bei Öffnen des Transistors werden die Ströme IE und IS durch die Diode DE und die Primärwicklung T1.1 des Transformators TR geleitet. Der Transformator TR wirkt als Stromrafo und mit dem Übersetzungsverhältnis  $\bar{u}$  wird in der Sekundärwicklung T1.1 ein um 180° phasenverschobener Strom IDA = IA induziert, der über die Diode DA in die Last bzw. den Kondensator CA fließen kann.

Nunmehr besteht die Möglichkeit, im Eingangskreis der Schaltung über den in Reihe mit der Drosselspule D1.2 angeordneten Shunt SE eine dem Strom IS entsprechende DC-Größe zu ermitteln, der als Istgröße für den Stromregler KI der Regelkreisanordnung (38) zur Verfügung steht. Entscheidend ist, daß die DC-Größe dem Ausgangsstrom IA entspricht bzw. proportional ist.

Die Ausgangsspannung UA wird dem Spannungsregler KU als Istgröße zugeführt. Im Ausgang des Spannungsreglers KU liegt eine fehlerverstärkte Spannungsdifferenz A aus Istwert UA und Sollwert UA-Soll an. Bei der beschriebenen Schaltungskonfiguration, also mit Potentialtrennung, sollte die Ausgangsgröße des Spannungsreglers KU über eine potentialtrennende Übertragungsstrecke (nicht dargestellt) wie OPTO-Koppler auf den Eingangskreis, d. h. den Eingang (50) bzw. (50') des Rechenglieds RG bzw. RG' zurückgemeldet werden.

Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform des Rechenglieds RG ist für eine DC-Version des Netzteils bestimmt, d. h., daß die Eingangsspannung UE als gleichgerichtete Spannung zur Verfügung steht. Liegt die Eingangsspannung UE jedoch in Sinus-Halbwellen-

form vor, so wird das Rechenglied RG durch eine weitere Version des Rechenglieds RG' ersetzt. Im folgenden wird die Schaltung mit einer sinushalbwellenförmigen Eingangsspannung UE betrachtet.

Bei konstanter Leistung wird bei sinkender Eingangsspannung UE der Eingangsstrom IE steigen. Da aber der Strom IS über UE konstant bleibt, darf sich die Größe D, als Sollgröße des nachgeschalteten Stromreglers KI, nicht verändern. Soll die Ausgangsgröße D des Rechenglieds RG' jedoch konstant sein, muß, da die Eingangsgröße A mit der Wechselgröße UE multipliziert wird, UE durch UES (Spitzenwerte der Eingangsspannung als Gleichspannungswert bzw.  $k \times UES$ ) dividiert werden. Dieser Quotient ist konstant. Somit wird durch Nachschaltung eines einfachen Rechenglieds in den Ausgang des Spannungsreglers KU dieser Kreis zu einem Power-Faktor-korrigierten (PFC) Regelkreis.

Das heißt mit anderen Worten: Erfassung der Spannung UA im Ausgangskreis (14), Vergleich mit einer Sollspannung U-Soll, Verstärkung dieser Regeldifferenz, Übertragung mittels Übertragungsstrecke wie OPTO-Koppler auf den Eingang (50') des Rechenglieds RG', Multiplikation dieses Wertes mit der Kurvenform der Eingangsspannung UE, die bei doppelweggleicher Richtung als Sinushalbwelle ansteht und Division durch UES. Die Ausgangsgröße D ist wiederum sinusförmig und dient als Sollwert für den Stromregler KI und wird in den Vergleicher (54) mit der zum Strom IS proportionalen DC-Größe als Istwert verglichen. Am Ausgang (60) liegt die fehlerverstärkte Stromdifferenz E aus Istwert und Sollwert an, die nun wiederum zur Regelung der Ausschaltzeit T-Off des Leistungstransistors T dient.

Am Ausgang (76) der Steuereinheit (40) liegt ein Steuersignal GA an, durch das der Transistor T gesteuert wird. Gleichzeitig werden mit diesem Steuersignal die Schaltelemente S1, S2, die als Diodentore ausgebildet sein können, gesteuert. Ist das Steuersignal GA "high", so wird ein Strom I1' umgekehrt proportional der Eingangsspannung UE einen Kondensator aufladen. Ist das Steuersignal GA "low", wird der Schalter S1 geschlossen sowie der Schalter S2 geöffnet, wodurch gesteuert durch das Signal E (fehlerverstärkte Stromdifferenz aus Istwert und Sollwert) der Kondensator C1 über den Strom I2' geregelt entladen wird.

Bei konstanter Last wird somit die Ausschaltzeit T-Off konstant sein. Der Kondensator C1 wird immer mit der gleichen Zeit, d. h. in der Zeit T-Off, entladen. Die Einschaltzeit T-On wird sich umgekehrt proportional der Eingangsspannung UE einstellen, d. h. je niedriger die Eingangsspannung UE ist, desto länger wird die Einschaltzeit T-On sein.

Die Steuerung der Einschaltzeit T-On wird mittels der Stromquelle IQ2 realisiert, wobei der Eingangsstrom I1 dieser Stromquelle proportional der Eingangsspannung UE ist. Da der Aufladestrom  $I1' = I1$  ist und damit proportional zur Eingangsspannung UE ist, ist die Einschaltzeit T-On umgekehrt proportional zur Eingangsspannung UE. Der Aufladevorgang ereignet sich, während am Ausgang (76) des Komparators das Steuersignal GA auf "high" liegt. Liegt das Steuersignal GA auf dem Wert "low" wird der Aufladestrom I1' abgeschaltet und der Kondensator gesteuert über das Ausgangssignal E des Stromreglers über den Strom I2' entladen.

Die zuvor wiedergegebene Beschreibung der Schaltung des Regelkreises sind rein beispielhaft, ohne daß hierdurch eine Einschränkung der erfindungsgemäßen Lehre erfolgt. Vielmehr erstreckt sich diese auch auf Varianten und Ausgestaltungen, in denen die Erfindung

realisierbar ist. Auch ist das den Erläuterungen zugrundeliegende Regelverfahren Gegenstand der Erfindung.

#### Patentansprüche

1. Schaltnetzteil (10), insbesondere Tief-/Hochsetzsteller mit PFC-Bewertung, zur Umwandlung einer an einem Eingangskreis (12) anliegenden Eingangsspannung UE in eine an einem mit einer Last CA, LA belasteten Ausgangskreis (14) anliegende geregelte Ausgangsspannung UA, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingangskreis (12) eine erste Drosselspule D1.1 aufweist, die über eine erste Verbindungsstelle (18) in Serie mit einem Kondensator CS verbunden ist, der über eine zweite Verbindungsstelle (20) über eine Diode DE mit einer Last CA, LA verbunden ist und daß die Last CA, LA über eine Verbindungsleitung (26) zum Eingang führt, wobei zwischen der ersten Verbindungsstelle (18) und der Verbindungsleitung (26) ein Leistungstransistor T und zwischen der zweiten Verbindungsstelle (20) und der Verbindungsleitung (26) eine zweite, mit der ersten Drosselspule D1.1 magnetisch gekoppelte Drosselspule D1.2 verschaltet ist und daß das Schaltnetzteil einen Regelkreis, bestehend aus einem Spannungsregler KU, einem Rechenglied RG, RG' und einem Stromregler KI aufweist, wobei das Rechenglied RG, RG' dem Spannungsregler KU zur PFC-Bewertung nachgeschaltet ist, so daß eine Ausgangsgröße D des Rechengliedes RG als Stromsollwert für den nachgeschalteten Stromregler KI zur Verfügung steht und daß dem Stromregler KI eine einem in der zweiten Drosselspule D1.2 gemessenen Strom IS proportionale Gleichgröße als Istwert zuführbar und ein Ausgang (60) des Stromreglers KI zur Regelung einer Ausschaltzeit T-Off mit einer Steuereinheit (40) verbunden ist, dessen Ausgang GA mit einem Steuereingang G des Leistungstransistors T verbunden ist.
2. Netzteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Strom IS proportionale DC-Größe bzw. Gleichgröße an einem in Reihe mit der Drosselspule D1.2 liegenden Meßumformer SE wie Shunt meßbar ist.
3. Netzteil nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Rechenglied RG' einen Eingang B für die eine Sinusform aufweisende Eingangsspannung UE und einen weiteren Eingang C für den Spitzenwert der Eingangsspannung als Gleichspannungswert UES aufweist, wobei an dem Ausgang 52' ein Signal

$$D = A \times B/C$$

mit

$$B/C = UE/UES = \text{konstant}$$

ansteht.

4. Netzteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Last CA, LA über einen Transformator T, mit Primärwicklung T1.1 und Sekundärwicklung T1.2, mit dem Eingangskreis (12) verbunden ist, wobei die Last CA, LA über eine Diode DA mit der Sekundärwicklung T1.2 des Transformators verbunden ist und die Primärwicklung T1.1 zwischen der Diode DE und der

Verbindungsleitung (26) liegt.

5. Netzteil nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsregler KU über ein potentialtrennendes Übertragungselement wie OPTO-Koppler mit dem Rechenglied RG, RG' verbunden ist.

6. Schaltnetzteil nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerglied (40) zumindest zwei Stromquellen IQ1, IQ2, wie Stromspiegel zum Laden und Entladen eines Kondensators C1 sowie einen Komparator (66) aufweist, dessen Eingang (64) mit dem Kondensator C1 zur Messung der Kondensatorspannung verbunden ist, wobei dessen Ausgang (76) einerseits mit dem Leistungstransistor T und andererseits mit Schaltelementen S1, S2 wie Diodentoren verbunden ist, die in Abhängigkeit eines Ausgangssignals GA des Komparators (66) den Ladebzw. Entladevorgang zur Bestimmung der Ein- bzw. Ausschaltzeiten T-On- bzw. T-Off einleiten.

7. Schaltnetzteil nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausschaltzeit T-Off durch die Ausgangsgröße  $E = I_2$  des Stromreglers KI regelbar ist.

8. Schaltnetzteil nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromquelle IQ1 eingangsseitig über einen Widerstand R1 mit dem Stromregler KI und ausgangsseitig über das Schaltelement S1 mit dem Kondensator C1 verbunden ist.

9. Schaltnetzteil nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromquelle IQ2 über einen Widerstand R2 mit der Eingangsspannung UE verbunden ist und ausgangsseitig über das Schaltelement S2 zum Aufladen des Kondensators mit diesem verbunden ist.

10. Schaltnetzteil nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einschaltzeit T-On umgekehrt proportional der Eingangsspannung UE ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

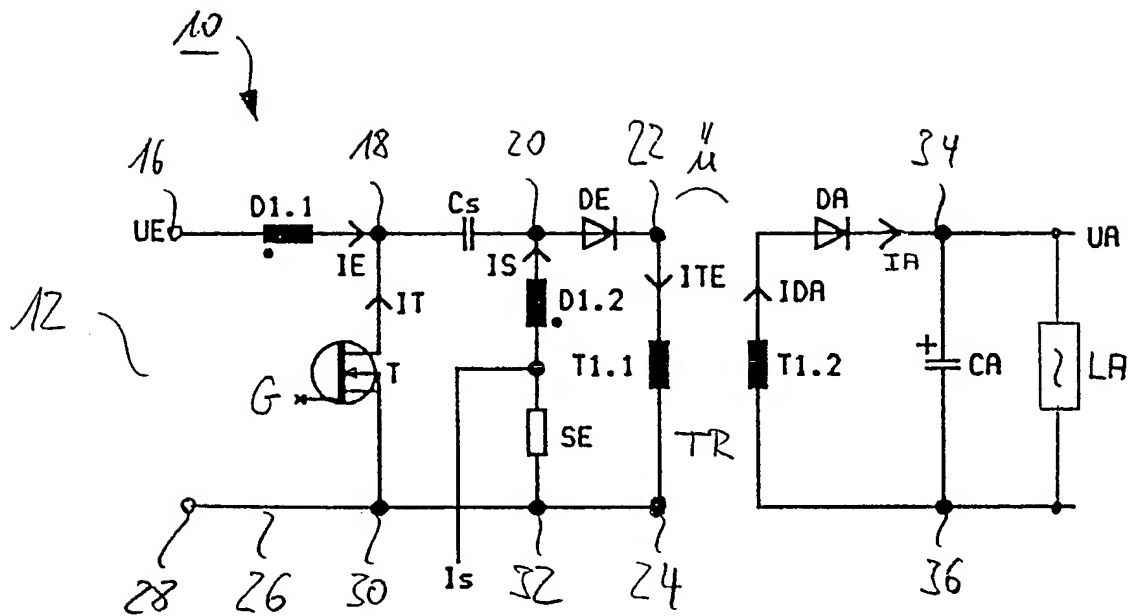


Fig. 1

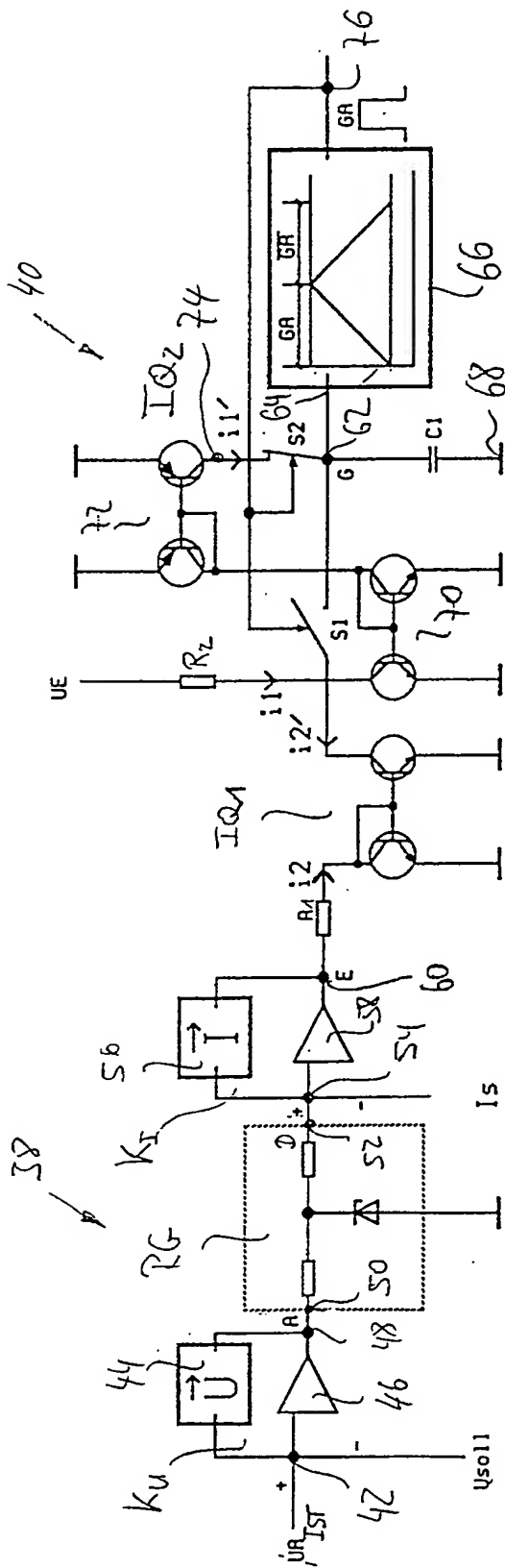


Fig. 7.

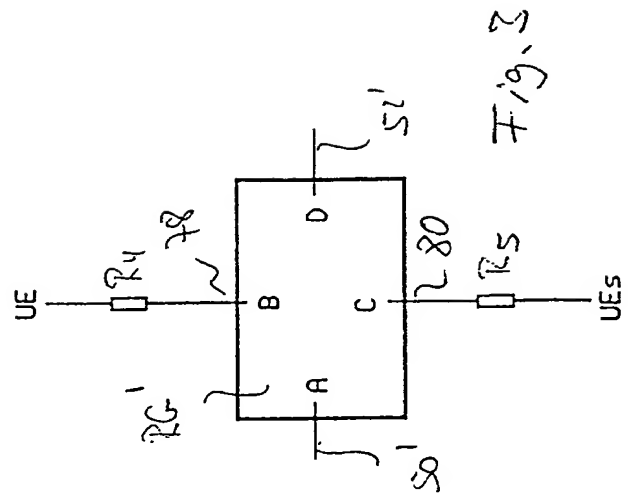


Fig. 2